

平成31年度医学科学士入学（3年次編入学）試験問題

自然科学総合問題（解答及び出題意図）

<医学部医学科>

問題 I

設問 1

1 $W = |\mathbf{F}| \cdot |\Delta \mathbf{r}|$

2 $W = \mathbf{F} \cdot \Delta \mathbf{r}$

3 $W_{AB} = \int_{r_A}^{r_B} \mathbf{F} \, d\mathbf{r}$

4 保存力

5 $W_{AB} = \int_{r_A}^{r_B} m \frac{d\mathbf{v}}{dt} \, d\mathbf{r}$

6 $\frac{1}{2} m |\mathbf{v}_B|^2$

7 $\frac{1}{2} m |\mathbf{v}_A|^2$

8 運動エネルギー

9 位置エネルギー もしくは ポテンシャルエネルギー

10 力学的エネルギー保存

設問 2

問 1 $\pi r^2 p l$

問 2 $\frac{1}{2} \delta V \rho v^2$

問 3 $v_{II} = \frac{r_I^2}{r_{II}^2} v_I$

問 4 圧力仕事： $(p_C r_I^2 v_I - p_D r_{II}^2 v_{II}) \pi \delta t$

8 の物理量： $\frac{1}{2} \rho (r_{II}^2 v_{II}^3 - r_I^2 v_I^3) \pi \delta t$

9 の物理量： $\rho g (r_{II}^2 v_{II} h_D - r_I^2 v_I h_C) \pi \delta t$

問 5 $\pi r_S^2 \left(p_0 + \frac{1}{2} \rho v^2 \right)$

【出題意図】

物理学系分野；医学専門教育の受講に必要な物理学の基礎知識が身につくこと、さらに、それを科学的な手法で応用することが出来るかの評価に重点をおいた。

設問1：仕事・エネルギーに関する力学の基礎的な知識と理解の程度を評価することを意図した。

設問2：流体の運動とエネルギー保存の関係に関する理解と応用力を評価することを意図した。

問題II

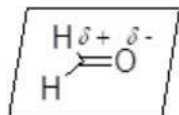
設問1

【解答例】

問1

【説明】C=O 二重結合は、C の sp^2 混成軌道と O の sp^2 混成軌道等から作られる σ 一重結合と、C、O の両 $2p_z$ 軌道から作られる π 一重結合とから形成されている。

【立体構造】



問2

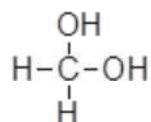
プロパンでは分子間に弱いロンドン分散力 (Van der Waals 力) しか働かないが、C=O 結合が分極しているアセトアルデヒドでは中程度の強さの双極子-双極子相互作用が働き、また、OH 基をもつエタノールでは比較的強い水素結合が働く。それらの分子間の結合を切るため、沸点は順に高くなる。

問3

銀鏡反応、Fehling 反応等がある。

銀鏡反応：アンモニア性硝酸銀水溶液 (Tollens 試薬) に試料を加えて温めると、試料にアルデヒドが含まれていれば、銀イオンが還元されて器壁に銀が析出し、鏡のようになる。

問 4

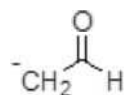


問 5

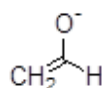
Br₂がアセトアルデヒドのエノール形のπ電子を求電子的に攻撃し、OH基で安定化されたカチオン中間体CH₂BrC⁺(OH)Hを生成する。さらに、そのOH基からプロトンH⁺が脱離してCH₂BrCHOが生成する。

問 6

A



B



【説明】

α水素がプロトンH⁺として脱離して生じるエノラートイオンがカルボニル基との共鳴によって安定化されるため、また、カルボニル炭素がδ+に帯電し、α位のC-H結合の結合電子を引き寄せてC-H結合を切れやすくしているためである。

問 7

水酸化物イオンOH⁻との反応で生じるエノラートイオンのα炭素がもう一分子のアセトアルデヒドのδ+に帯電したカルボニル炭素を求核攻撃し、生じた酸素アニオンCH₃CH(O⁻)CH₂CHOが水からプロトンH⁺を引き抜いてアルドールを生成する。

【出題意図】

糖と関連が深いアルデヒドについて、基礎的な知識と理解度をみるために出題した。

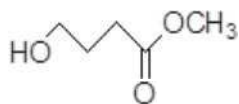
- 問 1 アルデヒドの電子構造，立体構造，C=O結合の分極について，基礎的な知識と理解度をみる。
- 問 2 アルカン，アルデヒド，アルコールの分子間相互作用について，基礎的な知識と理解度をみる。
- 問 3 アルデヒドの確認（検出）方法について，基礎的な知識と理解度をみる。
- 問 4 ホルムアルデヒドの水中での存在状態について，基礎的な知識と理解度をみる。
- 問 5 アルデヒドのα位のハロゲン化の機構について，基礎的な知識と理解度をみる。
- 問 6 アルデヒドのエノラートイオンについて，基礎的な知識と理解度をみる。

問7 糖の代謝と関連が深いアルドール反応の機構について、基礎的な知識と理解度をみる。

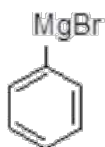
設問2

【解答例】

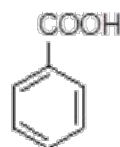
(1) C



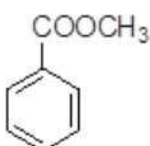
(2) D



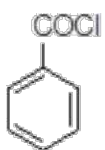
E



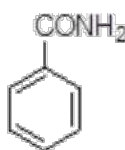
(3) F



(4) G



H



【出題意図】

基本的な有機化合物の反応，合成法について，基礎的な知識と理解度をみるために出題した。

- (1) 水素化ホウ素ナトリウムを用いた還元反応について，基礎的な知識と理解度をみる。
- (2) グリニャール試薬の生成と二酸化炭素との反応について，基礎的な知識と理解度をみる。
- (3) エステルの代表的な合成法について，基礎的な知識と理解度をみる。
- (4) 酸塩化物とアミドの代表的な合成法について，基礎的な知識と理解度をみる。

問題III

設問【解答例等】

問1

酵素① 内皮型一酸化窒素合成酵素、Endothelial nitric oxide synthase

酵素② グアニル酸シクラーゼ、Guanylate cyclase

物質A 一酸化窒素、Nitric Oxide

問2 血圧は低下する。

理由: cGMPが増加するため、cGMPの作用により血管平滑筋が弛緩するので、血圧は低下すると考えられる。

問3 「シエアストレスなど血流動態の変化」、「アセチルコリンによるムスカリン受容体刺激」、など一酸化窒素合成酵素系を活性化する刺激をあげ、理論的に理由が説明してあれば可とする。

問4 エンドセリン、Endothelin

問5 エンドセリン受容体活性化により細胞内Ca²⁺増加、それに伴うカルモジュリン依存性ミオシン軽鎖キナーゼの活性化、ミオシン軽鎖のリン酸化によるアクチンとミオシンの相互作用により収縮する、という一連の道筋が説明できていれば可とする。

問6 一酸化窒素はガス状物質なので、内皮細部から平滑筋細胞へと自由に移行できる。平滑筋細胞内で直接酵素②（グアニル酸シクラーゼ）を活性化することによりcGMPの増加を引き起こし作用を発揮するため、受容体を介さずに作用できるため。

問7 (標的の名称) 図中に明記されているものであれば、どれを選んでも可とする。

(効果と理由) 選んだ標的物質に作用することにより、期待される効果とその理由が論理的に説明されていれば可とする。例えば、標的として「物質Bの受容体」をえらび、物質Bの受容体をブロックする物質であれば、物質Bの作用をブロックすることにより血管平滑筋の収縮が抑制され、結果として血圧を下げる薬になる可能性があるなどと論じてあれば可とする。

【出題意図】

血管内皮細胞による血圧の制御機構に関して、基礎的知識と応用力をみる目的で出題した。

問題Ⅳ

【解答例】

設問 1

問題文で示された塩基配列において 17 番目の T (チミン) が A (アデニン) に変異し、その結果、アミノ酸ではロイシンがコードされていたのが、終始コドンとなるナンセンス変異が生じている。このため、ポリペプチド鎖が異常に短いアミノ酸になってしまっている。

設問 2

germline 変異は体細胞だけではなく生殖細胞 DNA に存在し、世代から世代へ受け継がれていく。生まれながらにして体の全細胞が同一の変異を有している。遺伝性ががんの原因になりうる。一方、somatic 変異は体細胞の DNA に後天的に生じた変異であり、その変異が起こった細胞から分裂した細胞にのみに受け継がれる。遺伝的に受け継がれることはない。

設問 3

DNA の塩基配列の変化を伴わず細胞分裂後も継承される遺伝子発現の制御機構 (36 字)

設問 4

- DNA のメチル化：遺伝子のプロモーター領域の CpG island の C (シトシン) がメチル化され、その遺伝子の発現が抑制される。
- ヒストンの翻訳後修飾：アセチル化、メチル化、リン酸化等によって、その部位のクロマチン構造が変化してヌクレオソームを形成する遺伝子の発現に影響する。

設問 5

がん抑制遺伝子のプロモーター領域がメチル化されて、そのがん抑制遺伝子の発現が抑制され不活化されることによって、発がんにつながる。

【出題意図】

ゲノムとエピゲノムに関する基礎研究の成果に関する基本的知識とそれぞれの異常がヒトがん発生においてどのように関わっているのかの理解力を評価する目的で出題した。